"نشریه علوم زراعی ایران"
جلد بیست و ششم، شماره ۱، بهار ۱۴۰۳

مقاله پژوهشی

اثر گیاهان پوششی تریتیکاله (*Triticosecale* Wittmack ×) و ترب سفید (*Raphanus sativus* L.) بر مهار علف‌های هرز، عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت (*Zea mays* L.) رقم کوشا

Effect of triticale (×*Triticosecale* Wittmack) and daikon radish (*Raphanus sativus* L.) cover crops on weed suppression, grain yield and yield components of maize (*Zea mays* L. cv. Kousha)

علیرضا قلیزاده[۱]، علی عبادی[۲]، احمد توبه[۳]، مسعود هاشمی[۴]، شکراله اصغری[۵] و فاطمه احمدنیا[۶]

چکیده

قلیزاده،ع.، ع. عبادی، ا. توبه، م. هاشمی، ش. اصغری و ف. احمدنیا. ۱۴۰۳. اثر گیاهان پوششی تریتیکاله (*Triticosecale*× Wittmack) و ترب سفید (*Raphanus sativus* L.) بر مهار علف‌های هرز، عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت (*Zea mays* L.) رقم کوشا. **نشریه علوم زراعی ایران. ۲۶ (۱): ۱۱۰ -۹۴.**

استفاده از گیاهان پوششی یکی از روش‌های زیست‌سازگار کنترل علف‌های هرز است. به‌منظور ارزیابی اثر کشت‌های خالص و مخلوط گیاهان پوششی بر مهار علف‌های هرز و عملکرد دانه ذرت (رقم کوشا)، آزمایشی به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال‌های زراعی ۱۳۹۸- ۱۳۹۷ و ۱۳۹۹- ۱۳۹۸ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل کشت خالص و کشت مخلوط گیاهان پوششی تریتیکاله (*Triticosecale* Wittmack ×) و ترب سفید (*Raphanus sativus* var. Longipinnatus) و شاهد (بدون کشت گیاهان پوششی) بودند. نتایج نشان داد که کشت خالص تریتیکاله باعث کاهش معنی‌دار تراکم علف‌های هرز سلمه‌تره، تاج خروس و خردل وحشی (به‌ترتیب ۳۶/۷، ۵۰/۰ و ۵۳/۸ درصد) شد. بر اساس نتایج آزمایش، بیشترین عملکرد دانه ذرت (۳۷۸۲/۵ کیلوگرم در هکتار) و تعداد دانه در بلال (۴۴۴/۸ عدد) نیز در تیمار کشت خالص تریتیکاله به‌دست آمد. مطلوب‌ترین شاخص کارایی کنترل علف‌های هرز (۴۴/۱ درصد)، شاخص سیمپسون، شانون-وینر و غنای گونه‌ای مارگالف (به‌ترتیب ۰/۶۱، ۱/۳۳ و ۱/۲۱) نیز مربوط به کشت خالص تریتیکاله بود. بر اساس نتایج آزمایش حاضر، موفقیت گیاهان پوششی در کنترل جمعیت علف‌های هرز و بهبود عملکرد گیاه زراعی اصلی، وابسته به مقدار زیست‌توده گیاهان پوششی است. کشت خالص زمستانه تریتیکاله به‌عنوان یک گیاه پوششی، باعث کاهش موثر جمعیت علف‌های هرز و بهبود عملکرد ذرت، در شرایط اقلیمی مشابه با شهرستان اردبیل می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تراکم علف‌های‌هرز، تریتیکاله، ذرت، زیست‌توده و کشت مخلوط

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۰۸ این مقاله مستخرج از رساله دکتری نگارنده اول می‌باشد

۱- دانشجوی دکتری دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۲- استاد دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: Ebadi@uma.ac.ir)
۳- استاد دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۴- استاد دانشکده کشاورزی استاک بریج دانشگاه ماساچوست، ماساچوست، آمریکا
۵- استاد دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۶- دانش آموخته دکتری دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

Effect of triticale (×*Triticosecale* Wittmack) and daikon radish (*Raphanus sativus* L.) cover crops on weed suppression, grain yield and yield components of maize (*Zea mays* L. cv. Kousha)

Gholizadeh, A.R.[1], Ebadi, A.[2], Tobeh, A.[3], Hashemi, M.[4], Asghari, Sh.[5] and Ahmadnia, F.[6]

ABSTRACT

Gholizadeh, A. R., Ebadi, A., Tobeh, A., Hashemi, M., Asghari, Sh. and Ahmadnia, F. 2025. Effect of triticale (×*Triticosecale* Wittmack) and daikon radish (*Raphanus sativus* L.) cover crops on weed suppression, grain yield and yield components of maize (*Zea mays* L. cv. Kousha). **Iranian Journal of Crop Sciences. 26(1): 94-110. (In Persian).**

Introduction: One of the environmentally friendly methods of weed control in cropping syastems is using of cover crops. Cover crops can reduce or control weeds through different mevhanisms such as physical suppression (suffocation of weeds), ecological suppression (competition for limited resources of nutrients, water, and light), and chemical suppression (emission of allelochemicals).

Materials and Methods: To investigate the effect of monoculture and intercropping of cover crops on weed control and grain yield and yield components of corn (*Zea mays* L. cv. Kousha), a randomized complete block design with four replications was used in the research farm of faculty of agriculture and natural resources of Mohaghegh Ardabili University in ardabil, Iran, in 2018-9 and 2019-20. The experimental treatments included: triticale (×*Triticosecale* Wittmack) and daikon radish (*Raphanus sativus* var. Longipinnatus) as monocultures, intercropping of triticale + daikon radish with a control treatment (without cover crops).

Results: The results showed positive effect of triticale monoculture on reducing the density of lamb's quarters (*Chenopodium album*), pigweed (*Amaranthus retroflexus*), and wild mustard (*Sinapis arvensis*) weeds by 36.7%, 50% and 53.8%, respectively. The highest grain yield (3782.5 $kg.ha^{-1}$) and number of $grain.ear^{-1}$ (444.8) of maize were obtained in triticale monoculture. The results showed that triticale monoculture had the most desirable weed control efficiency index (44.1), Simpson index (0.61), Shannon-Wiener index (1.33) and Margalef's species richness index (1.21).

Conclusion: Based on the results of this experiment, the success of the intercropping of triticale and daikon radish on controlling weeds density and improving maize grain yield was related to suitable density of the plant species used in this experiment. Triticale monoculture, grown in winter, can be considered as an effective cover crop for weed control and improving maize grain yield in Ardabil and similar environmental conditions.

Key words: Biomass, Intercropping, Maize, Triticale and Weeds density

Received: March, 2024 **Accepted: April, 2024**

1. PhD Student, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
2. Professor, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran (Corresponding author) (Email: Ebadi@uma.ac.ir)
3. Professor, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
4. Professor, University of Massachusetts Amherst, Massachusetts, USA
5. Professor, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
6. PhD Graduate, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

مقدمه

یکی از مهم‌ترین مزیت‌های گیاهان پوششی کنترل علف‌های هرز است و نقش این گیاهان به دلیل کنترل علف‌های هرز مقاوم به علف‌کش‌ها و افزایش پایداری در سامانه‌های بدون خاک‌ورزی، پذیرفته شده است (Dorn *et al*., 2015). گیاهان پوششی قادر هستند از طریق روش‌هایی مانند مهار فیزیکی (خفه کردن علف‌های هرز)، مهار اکولوژیک (رقابت برای عناصر غذایی، آب و نور) و مهار شیمیایی (انتشار ترکیبات دگرآسیب)، باعث کاهش و یا کنترل علف‌های هرز شوند (Kunz *et al*., 2016). نتایج یک فراتحلیل نشان داد که کنترل علف‌های هرز با استفاده از گیاهان پوششی در روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی قابل مقایسه با کنترل شیمیایی و مکانیکی علف‌های هرز در بسیاری از مراحل، به ویژه در مراحل اولیه رشد گیاه بود (Osipitan *et al*., 2019). میزان و مدت زمان کنترل علف‌های هرز توسط یک گیاه پوششی به ویژگی‌هایی مانند مقدار زیست‌توده گیاه پوششی و ماندگاری بقایای آن در سطح خاک، سرعت تجزیه و میزان رهاسازی ترکیبات دگرآسیب و راهبردهای مدیریت زراعی اتخاذ شده، بستگی دارد (Campiglia *et al*., 2014). برخی از راهبردهای مدیریتی مؤثر بر کنترل علف‌های هرز توسط گیاهان پوششی شامل انتخاب نوع گیاه پوششی، تاریخ کاشت، میزان بذر، شیوه‌های کوددهی، روش‌های خاک‌ورزی، الگوهای کاشت، زمان خاتمه دادن به رشد گیاهان پوششی و کاشت گیاه اصلی، نوع گیاه اصلی و شیوه‌های کشت آن می‌باشند (Osipitan *et al*., 2019).

ترب سفید (*Raphanus sativus* L.) به عنوان یک گیاه پوششی زمستانه در بسیاری از مناطق دنیا کشت می‌شود (Ghahremani *et al*., 2020). این گیاه اثرات اکوسیستمی متنوعی مانند کنترل علف‌های هرز (Lawley *et al*., 2011)، رهاسازی عناصر غذایی، از جمله فسفر خاک (White and Weil, 2011)، افزایش محتوای کربن آلی خاک و افزایش نفوذپذیری خاک (Mutegi *et al*., 2013) دارد. ترب سفید از طریق جذب نیتروژن از اعماق خاک، مانع از انباشت بیش از حد نیتروژن در آب‌های زیرزمینی می‌شود (Kristensen and Thorup-Kristensen, 2004). بقایای کم و مفید ترب سفید در سطح خاک، زمینه کشت گیاهان بهاره را در بین بقایای آن و تولید محصولات ارگانیک فراهم می‌کند (Lawley *et al*., 2012). گزارش شده است که زراعت ترب سفید قابلیت کنترل علف‌های هرز یکساله زمستانی در دمای منفی چهار درجه سانتی‌گراد شده و باعث کاهش نیاز به استفاده از نهاده‌های شیمیایی می‌شود (Thomas *et al*., 2017).

تریتیکاله (*Triticosecale*×) که از تلاقی گندم و چاودار تولید شده است، با اهدافی از جمله تأمین دانه و علوفه کشت می‌شود. در ایالات متحده امریکا تریتیکاله عمدتا برای تغذیه دام‌ها کشت می‌شود. تریتیکاله به دلیل توانمندی در جذب نیتروژن و بهبود وضعیت خاک توسط ریشه‌های قوی و عمیق (Blount *et al*., 2017) و دریافت بیشتر تابش خورشیدی به دلیل تاج پوشش گسترده آن، به عنوان گیاه پوششی مورد توجه پژوهشگران است. تریتیکاله در تناوب زراعی به عنوان گیاه پوششی در بین و یا پس از برداشت گیاهانی با قابلیت تثبیت نیتروژن و یا مصرف‌کننده بالای نیتروژن، برای جلوگیری از شستشوی نیتروژن و کنترل علف‌های هرز کشت می‌شود (Ketterings *et al*., 2015).

با توجه به اینکه ارزیابی اثربخشی گیاهان پوششی در مهار علف‌های هرز به دلیل استفاده از روش‌های مدیریتی گیاهان پوششی و گیاه اصلی متفاوت است، ارزیابی‌های بیشتری جهت پی بردن به کارایی گیاهان پوششی در کنترل علف‌های هرز ضروری است. هدف از این پژوهش ارزیابی تأثیرگذاری کشت خالص و مخلوط گیاهان پوششی تریتیکاله و ترب سفید در مهار علف‌های هرز و اثر آن‌ها بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال‌های زراعی ۱۳۹۸- ۱۳۹۷ و ۱۳۹۹- ۱۳۹۸ به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در یک قطعه زمین مشخص در دو سال زراعی متوالی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی با ارتفاع ۱۳۵۰ متر از سطح دریا و مختصات جغرافیایی ´۲۰ °۴۸ طول شرقی و ´۱۹ ° ۳۸ عرض شمالی با شرایط آب و هوایی سرد و نیمه خشک با پیشینه کشت گندم، انجام شد. پیش از اجرای آزمایش، یک نمونه مرکب از عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری خاک مزرعه تهیه و برخی از ویژگی‌های خاک اندازه‌گیری شدند (جدول ۱).

به‌دلیل کوتاه بودن فصل رشد در اردبیل، انتخاب گیاهان پوششی زمستانه با هدف ایجاد فرصت کافی به‌منظور تولید زیست‌توده و تجزیه آن در سطح خاک و بررسی اثر بقایای گیاهان پوششی بر گیاه اصلی (ذرت) انتخاب و به‌صورت بهاره کشت شدند. تیمارهای آزمایشی شامل کشت خالص و مخلوط گیاهان پوششی تریتیکاله (*Triticosecale*×) و ترب سفید (*Raphanus sativus* var. Longipinnatus) و تیمار شاهد (بدون کاشت گیاهان پوششی) بودند. بذر گیاهان پوششی از موسسه پاکان بذر اصفهان تهیه شد و در کرت‌های به ابعاد ۶×۳ متر با میزان بذر ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار برای تریتیکاله و ۲۰ کیلوگرم در هکتار برای ترب سفید برای کشت خالص و ۵۰ درصد مقدار بذر توصیه شده (Ghahremani *et al*., 2020) برای کشت مخلوط در ردیف‌هایی به طول پنج و فواصل بین ردیف ۲۰ سانتیمتر کاشته شدند. آبیاری بلافاصله پس از کاشت اجرا و سپس به صورت هفتگی ادامه یافت. نمونه‌برداری از زیست‌توده گیاهان پوششی، پس از بسته شدن تاج پوشش گیاهان پوششی و پیش از کاهش دمای هوا، با رعایت اثر حاشیه‌ای، از ردیف‌های میانی هر کرت با استفاده از چارچوب یک مترمربعی انجام شد. نمونه‌ها در آون آزمایشگاهی با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا حصول وزن ثابت خشکانده و پس از آن توزین شدند.

به‌منظور ارزیابی تراکم علف‌های هرز در بین گیاهان پوششی، از زمان کاشت گیاهان پوششی (اول و پنجم شهریور سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸) تا زمان نمونه‌برداری نهایی زیست‌توده گیاهان پوششی (۲۵ و ۳۰ آذر سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸)، علف‌های هرز در سه مرحله با استفاده از چارچوب یک مترمربعی برداشت و پس از تفکیک گونه‌ای، میانگین آن‌ها در سه برداشت به عنوان تراکم علف‌های هرز گونه‌های غالب ثبت شد. پس از نمونه‌برداری از تراکم علف‌های هرز، وجین دستی اجرا شد تا زیست‌توده باقی مانده در سطح خاک در طول زمستان فقط مربوط به گیاهان پوششی باشد. بقایای گیاهان پوششی روی سطح خاک (بدون هیچگونه برداشت مانند درو کردن یا کف‌بر کردن) تا زمان کاشت ذرت (محصول اصلی) رها شدند. در بهار سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹، ذرت رقم KSC201 (رقم کوشا) تهیه شده از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان) با فواصل بین و روی ردیف ۶۰ × ۱۷ سانتیمتر در بین بقایای باقی مانده از گیاهان پوششی زمستانه کاشته شد. ذرت KSC201 زودرس بوده و از تلاقی بین دو لاین S61 و K1263/17 تولید شده است. از جمله خصوصیات این رقم عملکرد دانه مناسب با وجود زودرسی، رطوبت دانه پایین در زمان برداشت، عدم ایجاد تأخیر در کشت محصولات پاییزه، سازگاری مناسب در مناطق مختلف کشور و صرفه‌جویی در مصرف آب می‌باشد (Dehghanpur, 2016). کنترل علف‌های هرز در طول دوره رویشی ذرت، پس از تجزیه بقایای گیاهان پوششی با اجرای دو بار وجین دستی انجام شد. کوددهی در دو مرحله به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (از منبع کود اوره) انجام شد. در زراعت ذرت از سموم برای کنترل آفات و بیماری‌ها استفاده نشد. در مرحله رسیدگی محصول ذرت در اواخر مرحله خمیری دانه، برای اندازه‌گیری صفات تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه

در بلال، وزن صد دانه، وزن خشک تک بوته، وزن چوب بلال، طول بلال، وزن خشک بلال، وزن دانه‌های هر بلال، وزن خشک غلاف، طول قسمت انتهایی پرنشده بلال و عملکرد دانه، بوته‌های یک مترمربع از هر کرت نمونه‌برداری شدند. نمونه‌های گیاهی تا حصول وزن ثابت در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشکانده شده و وزن خشک آنها تعیین شد. عملیات‌های زراعی اجرا شده در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه محل اجرای آزمایشی

Table 1. Physical and chemical properties of the soil at the experiment site

Available potassium	پتاسیم قابل دسترس	$mgkg^{-1}$	202
Available phosphorus	فسفر قابل دسترس		8.2
Total nitrogen	نیتروژن کل		0.06
Organic carbon	کربن آلی	(%)	0.6
Calcium carbonate	کربنات کلسیم		14.5
Soil texture	بافت خاک	-	Loam لوم
Clay	رس		23
Silt	سیلت	(%)	42
Sand	شن		35
EC	هدایت الکتریکی	dSm^{-1}	2.6
pH	اسیدیته	-	7.8

جدول ۲- عملیات زراعی اجرا شده در طول آزمایش

Table 2. Agronomic operations implemented during the experiment

		Year سال	
Agronomic operations	عملیات زراعی	۱۳۹۷-۱۳۹۸ 2018-2019	۱۳۹۸-۱۳۹۹ 2019-2020
Planting cover crops	کاشت گیاهان پوششی	اول شهریور ۱۳۹۷ 23 Aug. 2018	پنجم شهریور ۱۳۹۸ 27 Aug. 2019
Sampling of cover crops	نمونه‌برداری از گیاهان پوششی	۲۵ آذر ۱۳۹۷ 16 Dec. 2018	۳۰ آذر ۱۳۹۸ 21 Dec. 2019
Sampling of weeds (3 times)	نمونه‌برداری از علف‌های هرز (سه نوبت)	اول شهریور تا ۲۵ آذر ۱۳۹۷ 23 Aug. to 16 Dec. 2018	پنجم شهریور تا ۳۰ آذر ۱۳۹۸ 27 Aug. to 21 Dec. 2019
Maize planting and N fertilizer application	کاشت ذرت و کوددهی اول	۱۵ اردیبهشت ۱۳۹۸ 5 May 2019	۱۵ اردیبهشت ۱۳۹۹ 5 May 2020
N fertilizer dressing	کوددهی مرحله دوم	۱۸ تیر ۱۳۹۸ 9 July 2019	۲۱ تیر ۱۳۹۹ 12 July 2020
Sampling and harvest of maize	نمونه برداری و برداشت ذرت	۱۰ شهریور ۱۳۹۸ 1 Sep. 2019	۱۵ شهریور ۱۳۹۹ 6 Sep. 2020

شاخص کارایی تیمارهای آزمایشی با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد (Jawahar and Ramesh, 2020).

(رابطه ۱)

$$\text{Treatment efficiency index} = \frac{\frac{Yt-Yc}{Yc}}{\left(\frac{Wwt}{Wwc}\right)} \times 100$$

Yt: زیست‌توده گیاهان پوششی، Yc: زیست‌توده علف‌های هرز، Wwt: وزن علف‌های هرز در تیمارهای دارای گیاهان پوششی و Wwc: وزن علف‌های هرز در تیمار بدون گیاهان پوششی (شاهد) هستند.

شاخص کارایی کنترل علف‌های هرز با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد (Rajput and Kasana, 2019).

(رابطه ۲)

$$\text{Weed control efficincy} = \frac{(DWC-DWT)}{DWC} \times 100$$

DWC: وزن خشک علف‌های هرز در تیمار شاهد و DWT: وزن خشک علف‌های هرز در تیمارهای دارای گیاهان پوششی هستند.

شاخص سیمپسون با استفاده از رابطه ۳ محاسبه شد

(Simpson, 1949).

(رابطه ۳) $$1 - D = 1 - \frac{\sum ni\,(ni-1)}{N(N-1)}$$

Ni: تعداد گونه افراد i اُم، N: تعداد کل افراد و 1-D: شاخص تنوع سیمپسون هستند.

شاخص تنوع شانون-وینر با استفاده از رابطه ۴ محاسبه شد (Shannon and weaner, 1949).

(رابطه ۴) $$H = \sum_{i=1}^{s} pi \log Pi$$

H: شاخص تنوع گونه‌ای، S: تعداد گونه‌ها و Pi: فراوانی نسبی گونه i در اجتماع هستند.

شاخص غنای گونه‌ای مارگالف با استفاده از رابطه ۵ محاسبه شد (Margalef, 1958).

(رابطه ۵) $$M = \frac{s-1}{Ln\ N}$$

M: شاخص غنای گونه‌ای مارگالف، S: تعداد گونه‌ها و N: تعداد کل افراد هستند.

تجزیه مرکب داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار $SAS_{9.4}$ و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای آزمایشی بر زیست‌توده گیاهان پوششی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار زیست‌توده گیاهان پوششی (۲۹/۲ ± ۲۰۵/۵ گرم در متر مربع) مربوط به کشت خالص تریتیکاله بود. زیست‌توده حاصل از کشت مخلوط تریتیکاله و ترب سفید ۱۶/۹ ± ۱۸۲/۱ گرم در متر مربع بود. کمترین مقدار زیست‌توده پوششی (۱۹/۲ ± ۱۶۲/۸ گرم در متر مربع) در کشت خالص ترب سفید ثبت شد (جدول ۳). مقدار زیست‌توده در کشت مخلوط به‌دلیل نسبت درصد کاشت گیاه تریتیکاله و ترب سفید بود. تریتیکاله، پتانسیل تولید زیست‌توده بیشتری در مقایسه با ترب سفید دارد و به همین دلیل در مقایسه با ترب سفید هم در کشت خالص و هم در کشت مخلوط، زیست‌توده بیشتری داشت. اگرچه انتظار می‌رفت که کشت مخلوط این دو گیاه باعث تولید زیست‌توده بیشتری شود، اما احتمال دارد که مقدار بذر مصرف شده تریتیکاله (۱۶۰ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با ترب سفید (۲۰ کیلوگرم در هکتار)، تعیین‌کننده غالبیت گونه‌ای تریتیکاله در کشت مخلوط بوده و باعث کاهش استقرار ترب سفید شده باشد. نتایج مربوط به اثر کاشت دو گیاه سان‌همپ (*Crotalaria juncea*) و چاودار (*Secale cereal* L.) بر بازدارندگی علف‌های‌هرز و عملکرد کلم قمری (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*) نشان داد که بیشترین مقدار زیست‌توده پوششی مربوط به کشت خالص چاودار طی دو سال آزمایش (۳۹۷/۷ و ۴۷۳/۹ گرم در متر مربع) بود. علت عدم افزایش زیست‌توده کشت مخلوط، عدم استفاده مطلوب از سودمندی‌های کشت مخلوط توسط دو گونه مورد بررسی گزارش شد (Ahmadnia *et al*., 2020). به نظر می‌رسد که میزان بذر مصرفی در کشت خالص و کاهش ۵۰ درصدی آن در کشت مخلوط، یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش زیست‌توده گیاهان پوششی در کشت مخلوط باشد. گزارش شده است که افزایش میزان بذر یک گیاه پوششی به سه برابر استاندارد آن، باعث کاهش زیست‌توده علف‌های هرز از ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌شود. انتخاب نوع گیاهان پوششی و میزان بذر مصرفی در کشت مخلوط، یکی از مهم‌ترین عوامل موثر بر تولید زیست‌توده می‌باشد (Brennan *et al*., 2009).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای گیاهان پوششی بر تراکم علف‌های‌هرز سلمه‌تره (*Chenopodium album*)، تاج خروس (*Amaranthus retroflexus*) و خردل وحشی (*Sinapis arvensis*) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد که بیشترین و کمترین تراکم علف‌هرز سلمه‌تره (به‌ترتیب ۵/۲ ± ۱۹/۳ و ۳/۳ ± ۱۲/۲ بوته در متر مربع) به‌ترتیب مربوط به تیمار شاهد و کشت خالص تریتیکاله بود.

جدول ۳- مقایسه میانگین زیست‌توده گیاهان پوششی، تراکم علف‌های‌هرز و شاخص‌های سیمپسون، شانون-وینر و غنای گونه‌ای مارگالف در تیمارهای گیاهان پوششی

Table 3. Mean comparison of cover crops biomass, weeds density and the Simpson, Shannon-Wiener and Margalef indices in cover crop treatments

Treatments	تیمارهای آزمایشی	زیست‌توده گیاهان پوششی Cover crops biomass (g.m^{-2})	تراکم سلمه تره Lamb's quarters density (plant.m^{-2})	تراکم تاج خروس Pigweed density (plant.m^{-2})	تراکم خردل وحشی Wild mustard Density (plant.m^{-2})	شاخص کارایی تیمار Treatment efficiency Index (%)	کارایی کنترل علف‌های‌هرز Weed control efficiency (%)	شاخص سیمپسون Simpson index	شاخص شانون-وینر Shannon-Wiener index	شاخص غنای گونه‌ای مارگالف Margalef species richness index
No cover crop (Control)	بدون گیاهان پوششی (شاهد)	00.0±0.0d	19.3±5.2a	13.7±1.16a	11.3±1.5a	0.0	0.0	0.642±0.02ab	1.53±0.04a	1.21±0.03d
Daikon radish	ترب سفید	162.8 ±19.2c	14.6±5.3b	14.2±2.1a	11.1±2.2a	0.31±0.19c	22.4±10.6c	0.648±0.01a	1.54±0.03a	1.25±0.04c
Triticale	تریتیکاله	205.5±29.3a	12.2±3.3c	6.8±0.8c	5.2±1.4c	0.80±0.16a	44.1±4.7a	0.611±0.05c	1.46±0.10b	1.44±0.04a
Daikon radish and Triticale intercropping	مخلوط ترب سفید و تریتیکاله	182.1±16.9b	14.5±4.8bc	10.2±3.8b	7.3±2.0b	0.59±0.18b	36.3±6.8b	0.620±0.03bc	1.48±0.06b	1.33±0.05b
$LSD_{5\%}$		16.5	2.2	2.3	1.47	0.115	5.7	0.024	0.049	0.026

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Mean in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

نتایج نشان داد که کشت خالص تریتیکاله، ترب سفید و کشت مخلوط آن‌ها به‌ترتیب ۳۶/۷، ۲۴/۵ و ۲۵/۱ درصد تراکم علف‌هرز سلمه‌تره را کاهش دادند. کمترین تراکم علف‌هرز تاج خروس (۰/۸۳ ± ۶/۸ بوته در متر مربع) در کشت خالص تریتیکاله و بیشترین آن (۱۳/۷ بوته در متر مربع) در تیمار شاهد مشاهده شد. تراکم بوته تاج خروس در کشت خالص ترب سفید و کشت مخلوط آن با تریتیکاله به‌ترتیب ۲/۱ ± ۱۴/۲ و ۳/۸ ± ۱۰/۲ بوته در متر مربع بود. کشت خالص تریتیکاله و کشت مخلوط آن با ترب سفید در دو سال آزمایش در مقایسه با تیمار شاهد، تراکم علف‌هرز تاج خروس را به‌ترتیب ۵۰/۰ و ۲۵/۴ درصد کاهش داد. کشت خالص ترب سفید اثر مثبتی در کاهش تراکم علف‌هرز تاج خروس نداشت و تراکم تاج خروس در این تیمار در مقایسه با تیمار شاهد، ۳/۵ درصد افزایش داشت. کمترین تراکم علف‌هرز خردل وحشی (۱/۴ ± ۵/۲ بوته در متر مربع) در کشت خالص تریتیکاله و بیشترین مقدار آن (۱/۵ ± ۱۱/۳ و ۲/۲ ± ۱۱/۱ بوته در متر مربع) در تیمارهای شاهد و کشت خالص ترب سفید مشاهده شد. کشت خالص تریتیکاله، ترب سفید و کشت مخلوط آن‌ها باعث کاهش ۵۳/۸، ۲/۱ و ۳۵/۱ درصدی تراکم علف‌هرز خردل وحشی شدند. اگرچه انتظار می‌رفت که به‌دلیل سودمندی‌های کشت مخلوط، کشت مخلوط تریتیکاله و ترب سفید اثر معنی‌داری بر کاهش تراکم علف‌های‌هرز داشته باشند، اما به نظر می‌رسد که کاهش ۵۰ درصدی مصرف بذر هر یک از آن‌ها، باعث کاهش زیست‌توده پوششی و تأثیر ناکافی آن بر کاهش تراکم علف‌های‌هرز در مقایسه با کشت خالص تریتیکاله شده باشد. کشت خالص تریتیکاله در مقایسه با کشت مخلوط باعث کاهش ۱۵/۵، ۳۲/۹ و ۲۸/۸ درصدی تراکم علف‌های هرز سلمه‌تره، تاج خروس و خردل وحشی شد. کشت خالص ترب سفید باعث افزایش ۱۶/۲، ۱۰۰ و ۵۲/۸ درصدی تراکم علف‌های‌هرز سلمه‌تره، تاج خروس و خردل وحشی شد که با توجه به میزان تولید زیست‌توده گیاه پوششی ترب سفید (۱۹/۲ ± ۱۶۲/۸ گرم در متر مربع) در مقایسه با تریتیکاله (۲۹/۲ ± ۲۰۵/۵ گرم در متر مربع)، بالا بودن زیست‌توده و تراکم علف‌های هرز در کشت خالص ترب سفید دور از انتظار نبود، زیرا یکی از ارکان اصلی کنترل علف‌های هرز توسط گیاهان پوششی، توسعه تاج پوشش و تولید زیست‌توده بیشتر این گیاهان است (Ryan *et al.*, 2011). گزارش شده است که نقش گیاهان پوششی در کاهش تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز می‌تواند به دلیل اثرات فیزیکی آن‌ها، کاهش نفوذ نور، تغییر دمای خاک، افزایش رطوبت خاک و اثرات دگرآسیب این گیاهان باشد (Jabran *et al.*, 2017). با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان چنین استنباط کرد که کشت خالص تریتیکاله در مقایسه با سایر تیمارها، کارکرد مطلوب‌تری در کاهش تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز در مجموع دو سال آزمایش داشت. کشت خالص ترب سفید در دو سال آزمایش اگرچه به‌عنوان کم اثرترین گیاه پوششی از نظر کاهش تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز شناخته شد، اما کنترل اندک علف‌های هرز سلمه تره و خردل وحشی توسط آن می‌تواند به‌دلیل رهاسازی گلوکوزینولات‌ها بوده باشد. گزارش شده است که ترکیبات هیدرولیز شده از گلوکوزینولات‌های بقایای گونه‌های براسیکاسه، برای علف‌های هرز سمی بوده و باعث کنترل آنها می‌شود (Tawaha and Turk, 2003).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای گیاهان پوششی بر شاخص کارایی تیمارها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین شاخص کارایی تیمارها (۱۶/۲ ± ۸۰/۳ درصد) در کشت خالص تریتیکاله و کمترین مقدار آن (۱۹/۵ ± ۳۱/۳ درصد) در کشت خالص ترب سفید ثبت شد. کشت مخلوط تریتیکاله و ترب سفید در مقایسه با کشت خالص تریتیکاله باعث افت ۲۵/۸ درصدی

شاخص کارایی تیمارها شد. شاخص کارایی تیمار، از میزان زیست‌توده علف‌های‌هرز در شرایط حضور و عدم حضور گیاهان پوششی محاسبه می‌شود. بیشترین مقدار زیست‌توده تولید شده در کشت خالص تریتیکاله و پس از آن از در کشت مخلوط تریتیکاله با ترب سفید بدست آمد که باعث کاهش معنی‌دار تراکم علف‌های‌هرز شد (جدول ۳). استقرار، رشد سریع و بسته شدن سریع‌تر تاج پوشش گیاهی تریتیکاله در مقایسه با ترب سفید در کشت خالص و مخلوط، باعث کاهش تراکم علف‌های‌هرز شد و این موضوع یکی از مهم‌ترین دلایل برتری گیاه پوششی تریتیکاله از نظر شاخص کارایی تیمار بود.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر گیاهان پوششی بر کارایی کنترل علف‌های‌هرز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، بیشترین شاخص کارایی کنترل علف‌های‌هرز (۴/۷ ± ۴۴/۱ درصد) مربوط به کشت خالص تریتیکاله و پس از آن، مربوط به کشت مخلوط تریتیکاله با ترب‌سفید با ۶/۸ ± ۳۶/۳ درصد بود. کارایی کنترل علف‌های‌هرز، نشان دهنده میزان کاهش علف‌های‌هرز در تیمارهای تحت کنترل است. بر اساس نتایج آزمایش حاضر، افزایش تولید زیست‌توده گیاهان پوششی باعث کاهش تراکم علف‌های‌هرز شد و این موضوع نشان دهنده مؤثر بودن کارایی کنترل علف‌های‌هرز در تیمارهای گیاهان پوششی است (جدول ۳). جوانه‌زنی و سبز شدن سریع، ایجاد پوشش مطلوب گیاهی و تولید ماده خشک بالا توسط گیاهان پوششی، از جمله ویژگی‌های یک گیاه پوششی مناسب محسوب می‌شود. خوجاملی و همکاران (Khojamli *et al*., 2018) گزارش دادند که با افزایش مقدار ماده خشک گیاه پوششی، تراکم و ماده خشک کل علف‌های هرز به شکل خطی کاهش می‌یابد. براین اساس به ازای هر یک گرم افزایش وزن ماده خشک گیاه پوششی، تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز ۰/۲۹ بوته و ۳/۴ گرم در متر مربع کاهش یافت. آنها گزارش کردند که در انواع گیاهان پوششی به‌دلیل متفاوت بودن سرعت سبز شدن و استقرار، سرعت بسته شدن تاج پوشش، مقدار تولید ماده خشک و سطح برگ، توانایی تولید ترکیبات دگرآسیب و سایر عوامل، تغییرات متفاوتی در فلور علف‌های‌هرز بوجود می‌آید. در نتایج یک آزمایش گزارش شده است که گیاهان ترب سفید، یولاف و گندم سیاه به‌دلیل اثرات دگرآسیبی باعث کنترل علف هرز گندمک (*Stellaria media* L. Vill) شدند (Sturm *et al*., 2018).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای گیاهان پوششی بر شاخص سیمپسون در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین (۰/۰۱۸ ± ۰/۶۴) و کمترین (۰/۰۵۳ ±۰/۶۱) مقدار شاخص سیمپسون به‌ترتیب از کشت خالص ترب سفید و تریتیکاله حاصل شد. شاخص سیمپسون نشان دهنده کاهش تنوع و محدود شدن یک جامعه گیاهی به چند گونه علف‌هرز است. با توجه به نتایج به‌دست آمده، غالبیت علف‌های هرز مورد بررسی در کشت خالص ترب سفید در مقایسه با کشت خالص تریتیکاله ۵/۶ درصد بیشتر بود (جدول ۳). نتایج حاصل از کنترل نسبتا ضعیف تراکم و زیست‌توده علف‌های‌هرز در کشت خالص ترب سفید نیز مؤید همین موضوع است. در یک آزمایش بیشترین شاخص سیمپسون در کشت مخلوط افزایشی لوبیا (۱۰۰ درصد زنیان+ ۲۵ درصد لوبیا) و کمترین مقدار شاخص تنوع سیمپسون در کشت خالص لوبیا حاصل شد (Khorramdel *et al*., 2014). گزارش شده است که بیشترین شاخص تنوع سیمپسون در کلیه مراحل نمونه‌برداری در کشت خالص اسفناج در تیمار کود دامی ۱۰ تن در هکتار به‌دست آمد(Asadi *et al*., 2014). امینی و همکاران (Amini *et al*., 2021) گزارش کردند که بیشترین مقدار شاخص غالبیت سیمپسون (۰/۴۹۲) در کشت مخلوط گندم و ماشک و کمترین مقدار آن

(۰/۱۶۰) در تیمار بدون کشت گیاه زراعی مشاهده شد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر گیاهان پوششی بر شاخص شانون-وینر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار شاخص شانون-وینر (به‌ترتیب ۰/۰۴۶ ± ۱/۵۳ و ۰/۰۳۸ ± ۱/۵۴) در تیمارهای ترب سفید و شاهد، بدون تفاوت معنی‌دار، حاصل شد. کمترین مقدار شاخص شانون-وینر (به‌ترتیب ۰/۱۰۹ ± ۱/۳۳ و ۰/۰۷۰ ± ۱/۴۴) در کشت خالص تریتیکاله و کشت مخلوط آن با ترب‌سفید ثبت شد (جدول ۳). شاخص تنوع شانون-وینر رایج‌ترین شاخص مورد استفاده برای نشان دادن تنوع در جوامع گیاهی است که با افزایش تنوع در جامعه گیاهی بر مقدار این شاخص افزوده می‌شود (Noruzzadeh *et al*., 2009). نتایج مربوط به شاخص شانون-وینر در آزمایش حاضر نشان دهنده تنوع بالای علف‌های‌هرز در تیمارهای شاهد و کشت خالص ترب سفید بود. به‌دلیل کنترل مناسب علف‌های‌هرز در تیمارهای کشت خالص تریتیکاله و کشت مخلوط آن با ترب سفید، کمترین تنوع علف‌های هرز مشاهده شد. بر این اساس می‌توان اظهار داشت که عملکرد نسبتاً ضعیف کشت خالص ترب سفید در مهار علف‌های‌هرز باعث افزایش شاخص شانون-وینر شده است. گزارش شده است که کشت گیاهان پوششی جو و ماشک گل خوشه‌ای در مزرعه سیب‌زمینی باعث کاهش تنوع گونه‌ای علف‌های هرز شد، به‌طوری که کاهش میزان تنوع گونه‌ای علف‌های‌هرز در تیمار جو و ماشک گل‌خوشه‌ای در مقایسه با تیمار شاهد ۷۱ و ۳۱ درصد بود (Ahmadvand and Hajinia, 2015). با افزایش تنوع زیستی در کشت مخلوط، آشیان‌های اکولوژیکی کمتری در اختیار علف‌های‌هرز قرار می‌گیرد (Amini *et al*., 2021). در نتایج سایر تحقیقات نیز کاهش شاخص‌های تنوع علف‌های‌هرز در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص گزارش شده است (Koocheki *et al*., 2014). اگرچه در بسیاری از تحقیقات بر کاهش شاخص‌های تنوع در کشت‌های مخلوط تأکید شده است، اما به نظر می‌رسد که انتخاب گونه گیاه پوششی و تراکم مناسب آن در کشت‌های مخلوط، عامل اصلی تعیین‌کننده میزان اثرگذاری آنها است (Brennan *et al*., 2009; Ryan *et al*., 2011).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای گیاهان پوششی بر شاخص غنای گونه‌ای مارگالف در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار شاخص غنای گونه‌ای مارگالف (۰/۰۵۰ ± ۱/۴۴) در تیمار شاهد و کمترین مقدار آن (۰/۰۳۴ ± ۱/۲۱) در کشت خالص تریتیکاله به‌دست آمد. شاخص غنای گونه‌ای مارگالف در تیمارهای کشت خالص ترب سفید و کشت مخلوط آن با تریتیکاله به‌ترتیب ۰/۰۵۷ ± ۱/۳۳ و ۰/۰۳۴ ± ۱/۲۵ بود (جدول ۳). غنای گونه‌ای مارگالف نشان دهنده تعداد گونه‌ها در یک جامعه است، لیکن این احتمال که هرگونه دارای تعداد بوته یکسانی در جامعه گیاهی باشد، بعید است. گزارش شده است که در کشت مخلوط سیر و اسفناج، کمترین مقدار شاخص غنای گونه‌ای مارگالف در الگوی کشت ۳:۳ در تیمار مصرف ۲۰ تن در هکتار کود دامی و بیشترین مقدار شاخص غنای گونه‌ای مارگالف در کشت مخلوط ۴:۴ سیر و اسفناج و کشت خالص سیر (۱/۱۰) بوده است (Asadi *et al*., 2014).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر گیاهان پوششی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که عامل سال بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت (به جز تعداد دانه در بلال و وزن خشک غلاف) اثر معنی‌داری نداشت. نتایج نشان داد که بیشترین تعداد ردیف دانه در بلال (۱/۰±۱۷/۰)، وزن دانه‌های بلال (۳/۴±۶۴/۲ گرم)، تعداد دانه در بلال (۲۰/۲±۴۴۴/۸ عدد)، وزن صد دانه (۱/۶± ۱۲/۴ گرم)، وزن چوب بلال

(۹/۰±۲۱/۱ گـرم)، وزن خشـک غـلاف در سـال اول آزمـایش (۱/۶ ± ۱۴/۱گـرم) و در سـال دوم آزمـایش (۵/۵±۱۵/۲ گرم)، وزن خشک بلال (۷/۶ ±۹۰/۳ گـرم)، طـول بـلال (۰/۳۹ ± ۱۸/۸ سانتیمتر)، وزن خشـک تـک بوتـه (۳/۶ ± ۲۰۷/۱ گـرم)، عملکـرد دانـه در سـال اول آزمـایش (۶۹۱/۹ ± ۳۷۸۲/۵ کیلـوگرم در هکتـار) و در سال دوم آزمایش (۴۸۶/۳±۲۸۵۰/۴ کیلوگرم در هکتـار) از تیمار کشت خالص تریتیکاله و کمترین مقـدار صـفات یاد شده در تیمار شاهد به‌دست آمدنـد (جـدول‌هـای ۴ و ۵). کمتـرین و بیشـترین قسـمت انتهـایی پـر نشـده بـلال (بـه‌ترتیـب ۰/۲۲۶ ± ۱/۶ و ۰/۴۴۹ ± ۲/۵ سـانتیمتر) در تیمارهای کشت خالص تریتیکاله و تیمار شاهد ثبت شـد. تیمار کشت خالص تریتیکالـه در مقایسـه بـا تیمـار شـاهد باعث افزایش ۴۶/۴ و ۳۱/۶ درصدی وزن خشک بـلال و وزن خشک تک بوته ذرت شد. وزن خشک بلال و وزن خشک تک بوته در تیمـار کشـت مخلـوط در مقایسـه بـا تیمـار شـاهد، بـه‌ترتیـب ۴۳/۰ و ۲۴/۳ درصـد و در تیمـار کشت خالص ترب سفید بـه‌ترتیـب ۳۷/۹ و ۹۲/۰ درصـد بیشتر بود (جدول ۴). انتظار می‌رفت کـه کشـت مخلـوط گیاهان پوششی به دلیل استفاده مناسب‌تر از منـابع، باعـث افزایش عملکرد و اجزای عملکـرد ذرت شـود، در حـالی که بیشترین عملکـرد و اجـزای عملکـرد ذرت در کشـت خالص تریتیکاله به‌دست آمد. عملکرد گیاهان زراعـی در تیمارهای گیاهـان پوشـی بیشـتر وابسـته بـه نـوع مـدیریت گیاهـان پوششـی و اثـر مسـتقیم آن‌هـا از طریـق تولیـد زیسـت‌تـوده، کنتـرل علـف‌هـای‌هـرز و محتـوای عناصـر غـذایی خـاک اسـت. نتـایج تحقیقـات پیشـین نشـان داده است که زیست‌توده گیاهـان پوششـی تحـت تـاثیر میـزان بذر مصرفی در زمان کاشت است. نتایج آزمـایش حاضـر نشان دهنده بوجود آمدن رقابـت بـین‌گونـه‌ای در کشـت مخلـوط و غالبیـت تریتیکالـه از نظـر مقـدار زیسـت‌تـوده تولیدی استف به‌طوری که در قیـاس میـزان بـذر مصـرفی تریتیکاله با ترب سفید (به‌ترتیـب ۱۶۰ کیلـوگرم در برابـر ۲۰ کیلوگرم در هکتار) و کاهش میـزان بـذر مصـرفی در کشـت مخلـوط (۵۰ درصـد بـذر توصـیه شـده بـرای هـر گونه)، مقدار زیست‌توده تولیـد شـده نشـان مـی‌دهـد کـه کـاهش بـذر مصـرفی در زمـان کاشـت، باعـث کـاهش زیست‌توده گیاهان پوششی می‌شود. با این حـال اثـر گیـاه پوششی تریتیکاله بر کنترل علف‌های‌هـرز از طریـق تولیـد زیست‌توده بیشتر، کاملاً مشهود بـود. در آزمـایش حاضـر تریتیکاله به‌عنوان یک گیاه پوششی مناسـب بـرای کنتـرل و یا دست کم، کاهش تراکم علـف‌هـای‌هـرز در شـرایط اقلیمـی شهرسـتان اردبیـل شـناخته شـد. گیاهـان پوششـی به عنوان راهکـار مناسـبی جهـت کنتـرل علـف‌هـای‌هـرز در سیسـتم‌هـای کشـاورزی مـورد توجـه هسـتند. گیاهـان پوششـی بـا کـاهش دمـای خـاک، باعـث کـاهش درصد جوانه‌زنی بـذر علـف‌هـای‌هـرز مـی‌شـوند. بقایـای گیاهـان پوششـی از طریـق کـاهش نفـوذ نـور، ممانعـت فیزیکی و خاصـیت دگرآسـیبی مـی‌توانـد باعـث کـاهش جوانه‌زنی، استقرار و تکامل رشـد و نمـو علـف‌هـای‌هـرز شوند (Franke *et al*., 2007). نتایج مربـوط بـه عملکـرد و اجـزای عملکـرد ذرت نشـان دهنـده اثـر مسـتقیم بقایـای گیاهان پوششی و مصرف کود نیتروژن بر عملکـرد ذرت در کشـت خـالص و مخلـوط بـود. اثـر بقایـای گیاهـان پوششی علاوه بر کنترل علف‌های‌هرز می‌تواند مربوط بـه رهاسـازی عناصـر غـذایی در اثـر تجزیـه بقایـای گیاهـان پوششی باشد. گزارش شده است که گیاهـان پوششـی بـا تخلیه نیتروژن قابـل دسـترس خـاک و جـذب آن، باعـث کاهش رشد علف‌های هرز شده و به صورت غیرمسـتقیم بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان زراعی مـؤثر هسـتند (Brainard *et al*., 2012). اثر گیاهان پوششی بـر عملکـرد گیاه زراعی به میزان بارندگی سـالانه، نـوع گیـاه پوششـی (بقـولاتی و غیربقـولاتی)، فصـل رشـد گیـاه پوششـی (زمسـتان یـا تابسـتان) و شـیوه خـاک‌ورزی وابسـته اسـت (Blanco-Canqui *et al*., 2015). انتخـاب گونـه گیـاهی و تراکم مطلوب گیاهان پوششـی در کشـت‌هـای مخلـوط، عامل اصلی موفقیت گیاهـان پوششـی محسـوب مـی‌شـود (Brennan *et al*., 2009). عـواملی ماننـد کـاهش رقابـت

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت در تیمارهای گیاهان پوششی

Table 4. Mean comparison of grain yield and yield components of maize in cover crop treatments

Treatments / Year	تیمارهای آزمایشی / سال	تعداد ردیف دانه در بلال No. grain row.cob^{-1}	وزن دانه‌های بلال Grain weight.ear^{-1} (g)	تعداد دانه در بلال No. Grain.ear^{-1}	وزن صد دانه 100 Grain weight (g)	وزن خشک چوب بلال Cob dry weight (g)	وزن خشک بلال Ear dry weight (g)	طول بلال Ear length (cm)	طول قسمت پر نشده بلال Length of unfilled grains of ear (cm)	وزن خشک بوته Plant dry weight (g)
2018-2019	۱۳۹۸-۱۳۹۷	14.5±1.5b	48.7±12.7a	346.3±66.1a	9.5±2.4a	19.7±2.1a	78.0±13.7a	17.3±1.3a	2.1±0.53a	170.5±41.1a
2019-2020	۱۳۹۹-۱۳۹۸	15.6±1.8a	48.7±11.0a	372.9±92.8a	10.0±2.6a	19.3±2.0a	76.0±10.2a	17.4±1.4a	2.0±0.34a	175.0±36.8a
$LSD_{5\%}$		0.37	1.88	36.6	0.81	0.51	3.4	0.38	0.23	4.9
Cover crops	گیاهان پوششی									
No cover crop (Control)	بدون گیاهان پوششی (شاهد)	12.8±0.85d	33.7±2.7d	264.5±22.2c	6.8±1.4d	16.9±1.1d	61.6±2.8d	15.5±0.65d	2.5±0.44a	110.8±9.2d
Triticale	تریتیکاله	17.0±1.0a	64.3±2.4a	444.8±20.2a	12.4±1.6a	21.9±1.0a	90.3±7.6a	18.8±0.39a	1.6±0.22c	207.1±3.6a
Daikon radish	ترب سفید	14.6±0.84c	43.9±2.7c	355.0±91.5b	9.0±0.86c	19.0±0.76c	74.7±6.0c	17.1±0.72c	2.1±0.16b	178.5±11.3c
Daikon radish and Triticale intercropping	مخلوط ترب سفید و تریتیکاله	15.7±0.54b	52.9±1.9b	374.2±21.1b	10.7±1.6b	20.2±0.54b	81.4±5.3b	18.0±0.40b	1.8±0.44c	194.6±4.8b
$LSD_{5\%}$		0.52	2.6	51.7	1.15	0.73	4.8	0.55	0.33	6.9

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Mean in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت در تیمارهای گیاهان پوششی

Table 5. Mean comparison of grain yield and yield components of maize in cover crop treatments

Treatments	تیمارهای آزمایشی	وزن خشک پوشش بلال Husk dry weight (g)		عملکرد دانه Grain yield (kg/ha^{-1})	
Cover crops	گیاهان پوششی	۱۳۹۸-۱۳۹۷ 2018-2019	۱۳۹۹-۱۳۹۸ 2019-2020	۱۳۹۸-۱۳۹۷ 2018-2019	۱۳۹۹-۱۳۹۸ 2019-2020
No cover crop (Control)	بدون گیاهان پوششی (شاهد)	11.0±0.75c	10.3±1.45c	1880.1±744.2d	2749.5±645.7a
Triticale	تریتیکاله	14.1±1.64a	15.5±2.51a	3782.5±691.9a	2850.4±486.3a
Daikon radish	ترب سفید	12.3±1.42b	13.2±1.96b	2528.5±645.1c	2795.5±604.5a
Daikon radish and Triticale intercropping	مخلوط ترب سفید و تریتیکاله	13.1±0.91b	14.5±2.02a	3123.9±766.2b	2920.4± 704.2a
$LSD_{5\%}$		1.05	1.08	236.96	234.4

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Mean in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

علف‌های هرز در جذب نور توسط گیاهان پوششی، کاهش نسبت کربن به نیتروژن توسط گیاهان پوششی بقولاتی، افزایش منافذ خاک و کاهش فشردگی خاک، به‌عنوان دلایل اصلی افزایش عملکرد گیاهان زراعی گزارش شده‌اند (Blanco-Canqui *et al*., 2015). فخاری و همکاران (Fakhari *et al*., 2018) گزارش کردند که بیشترین تعداد ردیف دانه در بلال (۱۴ ردیف) در تیمار کشت مخلوط شبدر و گندم حاصل شد. اثر مثبت گیاهان پوششی در افزایش عملکرد گیاهان زراعی از طریق کنترل علف‌های‌هرز در نتایج سایر تحقیقات نیز گزارش شده است (Ahmadnia *et al*., 2020). در پژوهش دیگری گزارش شده است که عملکرد دانه ذرت در تیمار گیاه پوششی ماشک گل‌خوشه‌ای در مقایسه با تیمار شاهد، ۳۰ درصد بیشتر بوده و مدیریت گیاهان پوششی در سطح خاک و کنترل علف‌های‌هرز مهم‌ترین عامل مؤثر بر جوانه‌زنی، استقرار و رشد گیاه زراعی اصلی اعلام شده است (Sharifi Ziveh *et al*., 2023).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از ارزیابی اثر کشت‌های خالص و مخلوط تریتیکاله و ترب سفید بر مهار علف‌های هرز نشان داد که کشت خالص تریتیکاله در مقایسه با کشت مخلوط تریتیکاله و ترب سفید و کشت خالص ترب سفید، مناسب‌ترین تیمار گیاه پوششی از نظر کاهش تراکم علف‌های هرز، شاخص کارایی تیمار و شاخص کارایی کنترل علف‌های هرز بود. تیمارهای گیاهان پوششی باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در مقایسه با تیمار بدون گیاهان پوششی (شاهد) شدند، اما میزان افزایش عملکرد ذرت در تیمار گیاه پوششی کشت خالص تریتیکاله بیشتر از سایر تیمارها بود. بر اساس نتایج آزمایش حاضر، موفقیت گیاهان پوششی در کنترل جمعیت علف‌های هرز و بهبود عملکرد گیاه زراعی اصلی، وابسته به زیست‌توده گیاهان پوششی است. نتایج این آزمایش نشان داد که کشت خالص زمستانه تریتیکاله به‌عنوان یک گیاه پوششی، باعث کاهش موثر جمعیت علف‌های هرز و بهبود عملکرد ذرت، در شرایط اقلیمی مشابه با شهرستان اردبیل می‌شود.

سپاسگزاری

نگارندگان قدردانی صمیمانه خود را از همکاری مدیریت و کارکنان مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، کارشناسان محترم آزمایشگاه‌های گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشگاه محقق اردبیلی اعلام می‌نمایند.

منابع مورد استفاده

References

Ahmadnia, F., Ebadi, A., Hashemi, M. and Nabati, L. 2020. Investigating the effectiveness of sunn hemp (*Crotalaria juncea*) and rye (*Secale cereal* L.) in weed suppression and yield of kohlrabi (*Brassica oleracea* var. *Gongylodes*). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 31(2), pp.43-56. [In Persian]. DOI: 10.22034/SAPS.2021.13090

Ahmadvand, G. and Hajinia, S. 2015. The effect of cover crop and different tillage systems on soil physical properties and yield of potato. *Journal of Crop Production*, 8(4), pp.163-182. [In Persian]. DOI: 20.1001.1.2008739.1394.8.4.9.5

Amini, E., Taab, A. and Radicetti, E. 2021. Effect of winter wheat intercropped with vetch and clover on weed population under different soil tillage systems. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*,

32(2), pp.197-215. [In Persian]. DOI: 10.22034/SAPS.2021.45776.2675

Asadi, G., Ghorbani, R. and Azizi, E. 2014. The effect of manure rates on diversity and density of weeds in intercropping of spinach (*Spinacia oleracea* L.) and garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of Plant Protection*, 28(3), pp.325-337. [In Persian].

Blanco-Canqui, H., Shaver, T.M., Lindquist, J.L., Shapiro, C.A., Elmore, R.W., Francis, C.A. and Hergert G.W. 2015. Cover crops and ecosystem services: Insights from studies in temperate soils. *Agronomy Journal*, 6, pp.2449-2474. https://doi.org/10.2134/agronj15.0086

Blount, A.R., Barnett, R. Pfahler, P. Johnson, J. Buntin, G. and Cunfer, B. 2017. Rye and Triticale Breeding in the South. Gainesville, FL: University of Florida. USA.

Brainard, D., Henshaw, B. and Snapp, S. 2012. Hairy vetch varieties and bi-cultures influence cover crop services in strip-tilled sweet corn. *Agronomy Journal*, 104, pp.629-638. https://doi.org/10.2134/agronj2011.0360

Brennan, E.B., Boyd, N.S., Smith, R.F. and Foster, P. 2009. Seeding rate and planting arrangement effects on growth and weed suppression of a legume-oat cover crop for organic vegetable systems. *Agronomy Journal*, 101, pp.979-988. https://doi.org/10.2134/agronj2008.0194x

Campiglia, E., Radicetti, E., Brunetti, P. and Mancinelli, R. 2014. Do cover crop species and residue management play a leading role in pepper productivity? *Scientia Horticultural*, 166, pp.97–104. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.12.018

Dehghanpur, Z. 2016. Report on the introduction of a new early hybrid of Kosha Single Cross 201 (KSC 201) variety with suitable seed yield for cultivation in different regions of the country, especially regions with limited growing season and irrigation water. Ministry of Jihad Agriculture, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Seed and Plant Improvement institute. DOI: 10.22092/RAFHC.2018.109462.1063

Dorn, B., Jossi, W. and Van der Heijden, M.G.A. 2015. Weed suppression by cover crops: Comparative on-farm experiments under integrated and organic conservation tillage. *Weed Research*, 55, pp.586-597. https://doi.org/10.1111/wre.12175

Fakhari, R., Sharifi Ziveh, P., Didehbaz Moghanlu, Gh. and Khalil Tahmasbi, B. 2018. Investigating the management of winter cover crops in weeds control of corn. *Cereal Research*, 8(3), pp.387-395. [In Persian]. DOI: 10.22124/c.2019.10586.1403

Franke, A., Singh, S., McRoberts, N., Nehra, A., Godara, S., Malik, R. and Marshall, G. 2007. *Phalaris minor* seedbank studies: longevity, seedling emergence and seed production as affected by tillage regime. *Weed Research*, 47, pp.73-83. https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2007.00533.x

Ghahremani, S., Ebadi, A. Tobeh, A. Hashemi, M. Sedghi, M. and Gholipuri, A. 2020. The effect of cover crops on yield and weeds control of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Crop Ecophysiology*, 14,

pp.119-134. [In Persian]. DOI:10.30495/jcep.2020.671644

Jabran, K. 2017. Manipulation of allelopathic crops for weed control. Springer Briefs in Plant Science, Springer Nature International Publishing, AG, Switzerland. DOI: 10.1007/978-3-319-53186-1

Jawahar, S., Ramesh, S., Vinod Kumar, SR., Kalaiyarasan, C., Arivukkarasu, K. and Suseendran, K. 2020. Effect of weed management practices on weed indices in transplanted kodo millet. *Plant Archives*, 20(1), pp.3196-3198. DOI: 10.22271/chemi.2020.v8.i5ah.10693

Ketterings, Q.M., Swink, S.N. Duiker, S.W. Czymmek, K.J. Beegle, D.B. and Cox, W.J. 2015. Integrating cover crops for nitrogen management in corn systems on northeastern US dairies. *Agronomy Journal*, 107, pp.1365-1376. DOI: 10.2134/cs2015-48-4-6

Khojamli, R., Siahmarguee, A., Zeinali, E. and Soltani, A. 2018. Effect of different winter cover crops on the dynamics of weed populations and corn growth (SC704). *Journal of Agroecology* (*Quarterly*), 11(2), pp.635-654. [In Persian]. DOI: 10.22067/JAG.V11I2.78205

Khorramdel, S., Mahmoodi, G., Abdollahi, F. and Hasanzadeh, H.R. 2014. Evaluation of growth indices and diversity of weeds in replacement and additive intercropping series of ajowan (*Trachyspermum ammi* L.) with bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Research in Crop Ecosystems*, 1(3), pp.59-70. [In Persian].

Koocheki, AR., Flahpour, F., Khoramdel, S. and Jafari, L. 2014. Evaluation of intercropping of wheat and rapeseed on yield and yield components, diversity and weed density. *Journal of Agroecology*, 6(1), pp.11-20. [In Persian].

Kristensen, H.L. and Thorup-Kristensen, K. 2004. Root growth and nitrate uptake of three different catch crops in deep soil layers. *Soil Science Society of America Journal*, 68, pp.529-537. https://doi.org/10.2136/sssaj2004.5290

Kunz, C., Sturm, D.J., Sökefeld, M. and Gerhards, R. 2016. Weed suppression and early sugar beet development under different cover crop mulches. *Plant Protection Science*, 52, pp.183-193. DOI: 10.17221/109/2016-PPS

Lawley, Y.E., Teasdale, J.R. and Weil. R.R. 2012. The mechanism for weed suppression by a forage radish cover crop. *Agronomy Journal*, 104: pp.205–214. DOI: 10.2134/agronj2011.0128

Lawley, Y.E., Weil, R.R. and Teasdale. J.R. 2011. Forage radish winter cover crops suppress winter annual weeds in fall and before corn planting. *Agronomy Journal*, 103, pp.137-144. https://doi.org/10.2134/agronj2010.0187

Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. *General Systems*, 3, pp.36-71.

Mutegi, J.K., Petersen, B.M. and Munkholm. L.J. 2013. Carbon turnover and sequestration potential of fodder radish cover crop. *Soil Use Management*, 29, pp.191-198. https://doi.org/10.1111/sum.12038

Noruzzadeh, S., Rashed Mohasel, R., Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A. and Abbaspoor, M. 2009. Evaluation of species, functional and structural diversity of weeds in wheat fields of Northern, Southern and

Razavi Khorasan provinces. *Iranian Journal Field Crop Research*, 6, pp.471-485. [In Persian]. DOI: 10.22067/GSC.V6I2.2453

Osipitan, O.A., Dille, J.A., Assefa, Y., Radicetti, E., Ayeni, A. and Knezeic, Z. 2019. Impact of cover crop management on level of weed suppression: a meta-analysis. *Crop Science*, 59, pp.833-842. https://doi.org/10.2135/cropsci2018.09.0589

Rajput, R.L. and Kasana, B.S. 2019. Integration of chemical and cultural methods for weed control management in soybean (*Glycin max*). *Legume Research*, 3944, pp.1-4. DOI: 10.18805/LR-3944

Ryan, M.R., Curran, W.S., Grantham, A.M., Hunsberger, L.K., Mirsky, S.B. and Mortensen, D.A. 2011. Effects of seeding rate and poultry litter on weed suppression from a rolled cereal rye cover crop. *Weed Science,* 59, pp.438-444. DOI: 10.1614/WS-D-10-00180.1

Shannon, C.E. and Weaner, A. 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press. USA.

Sharifi Ziveh, P., Tobeh, A., Gholipouri, A., Alebrahim, M.T. and Samedani, B. 2023. The effect of cover crops, tillage and herbicide on weed control, soil properties, yield and yield components of corn (*Zea mays* L). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 33(1), pp.53-67. [In Persian]. DOI: 10.22034/SAPS.2021.49302.2785

Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature,* 12, pp.1-20.

Sturm, D.J., Peteinatos, G. and Gerhards, R. 2018. Contribution of allelopathic effects to the overall weed suppression by different cover crops. *Weed Research*, 58(5), pp.331-337. https://doi.org/10.1111/wre.12316

Tawaha, A.M. and Turk, M.A. 2003. Allelopathic effects of black mustard (*Brassica nigra*) on germination and growth of wild barley (*Hordeum spontaneum*). *Journal of Agronomy Crop Science*, 189, pp.298-303. https://doi.org/10.1046/j.1439-037X.2003.00047.x

Thomas, B.W., Hao, X. Larney, F.J. Goyer, C. Chantigny, M.H. and Charles, A. 2017. Non-legume cover crops can increase non-growing season nitrous oxide emissions. *Soil Science Society America Journal,* 81, pp.189–199. doi:10.2136/ sssaj2016.08.0269

White, C.M. and Weil. R.R. 2011. Forage radish cover crops increase soil test phosphorus surrounding holes created by radish taproots. *Soil Science Society of America Journal,* 75, pp.121-130. https://doi.org/10.2136/sssaj2010.0095